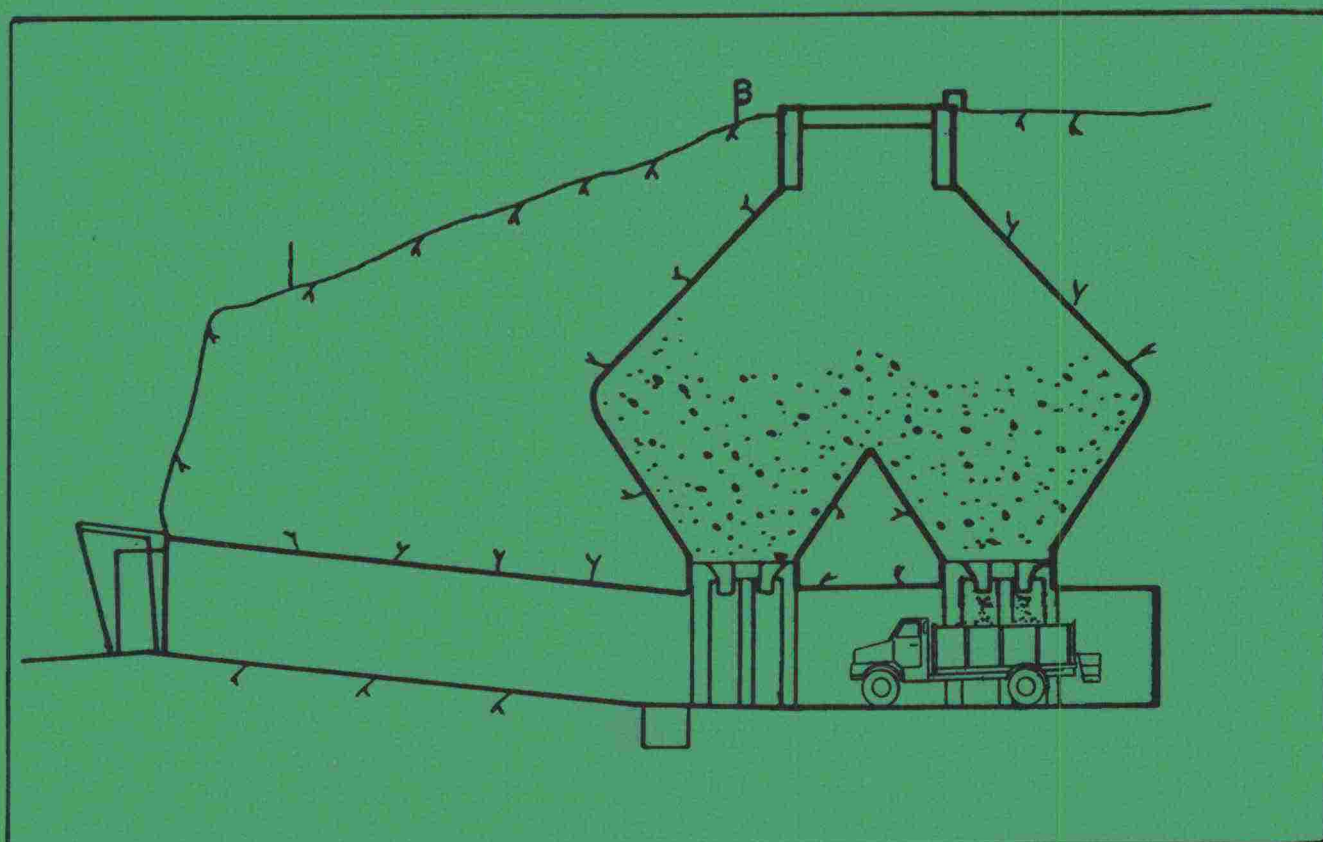


HIEKKASILOJEN KUIVATUS



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
KÄYTTÖOSASTO, KUNNOSSAPITOTOIMISTO

VIATEK OY

TVH 742725

HELSINKI 15.5.1981

ISBN 951-46-4678-9

HIEKKASIILOJEN
KUIVATUS

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
KÄYTTÖOSASTO
KUNNOSSAPITOTOIMISTO

VIATEK OY

15.5.1981

SISÄLLYSLUETTELO

		Sivu
1	ALKUSANAT	1
2	JOHDANTO	2
3	KÄYTÖSSÄ OLEVIENT HIEKKASIILOJEN VESIONGELMAT	4
4	HIEKKASIILOJEN KUIVATUSKOKEILUT	8
4.1	Suolahden Hirvaskankaan hiekkasiilo	8
4.2	Saarijärven hiekkasiilo	13
4.3	Jämsän hiekkasiilo	14
4.4	Raision hiekkasiilo	16
4.5	Muurlan hiekkasiilo	19
4.6	Onkamon hiekkasiilo	19
4.7	Taivassalon hiekkasiilo	20
4.8	Kuivatusrakenteiden kustannukset	24
5	SUOSITUS HIEKKASIILOJEN KUIVATUSJÄRJESTELYIKSI	25
5.1	Siiloon ajettava hiekka	25
5.2	Täyttöluukun tiivistäminen	25
5.3	Täyttöluukun ympäristön tiivistäminen ja päällystäminen	25
5.4	Alalaatan kaltevuuksien järjestely	25
5.5	Siilon pohjan salaojitus	26
5.6	Ruiskubetonisalaajat ja injektointi	26
5.7	Ajotunnelin kuivatus	26
5.8	Kuivatuspumput	26
5.9	Oven edustan kuivatusjärjestelyt	26

Tämän selvityksen yhteydessä on tutkittu kallioon rakennettujen hiekkasiilojen vesiongelmaa sekä kokeiltu erilaisia kuivatusratkaisuja näiden ongelmien poistamiseksi. Saatujen tulosten perusteella on esitetty suositus olemassa olevien ja tulevaisuudessa rakennettavien hiekkasiilojen kuivatuksen järjestämiseksi.

Työ on tehty TVH:n kunnossapitotoimiston johdolla huhtikuun 1980 ja toukokuun 1981 välisenä aikana. Työtä valvovaan työryhmään ovat kuuluneet insinööri Kaarlo Lind puheenjohtajana sekä rakennusmestari Asko Keinänen TVH:n kunnossapitotoimistosta. Konsulttina työssä on toiminut Viatek Oy, josta työhön ovat osallistuneet insinööri Tapani Kokko, dipl. insinööri Markku Leppävuori sekä geologi Eero Pokki.

Tie- ja vesirakennuslaitoksen käytössä on 46 kallioon rakennettua hiekkasiiloa. Ensimmäiset siilot rakennettiin 1950-luvun loppupuolella, jonka jälkeen niitä on rakennettu suhteellisen tasaista tahtia. Siilojen keskimääräinen tilavuus on 2 000 m³ ja yhteinen tilavuus noin 90 000 m³. Yhden siilon keskimääräinen rakennuskustannus on 0,9 milj.mk, joten kaikkien hiekkasiilojen yhteinen jälleenhankinta-arvo on runsaat 40 milj.mk.

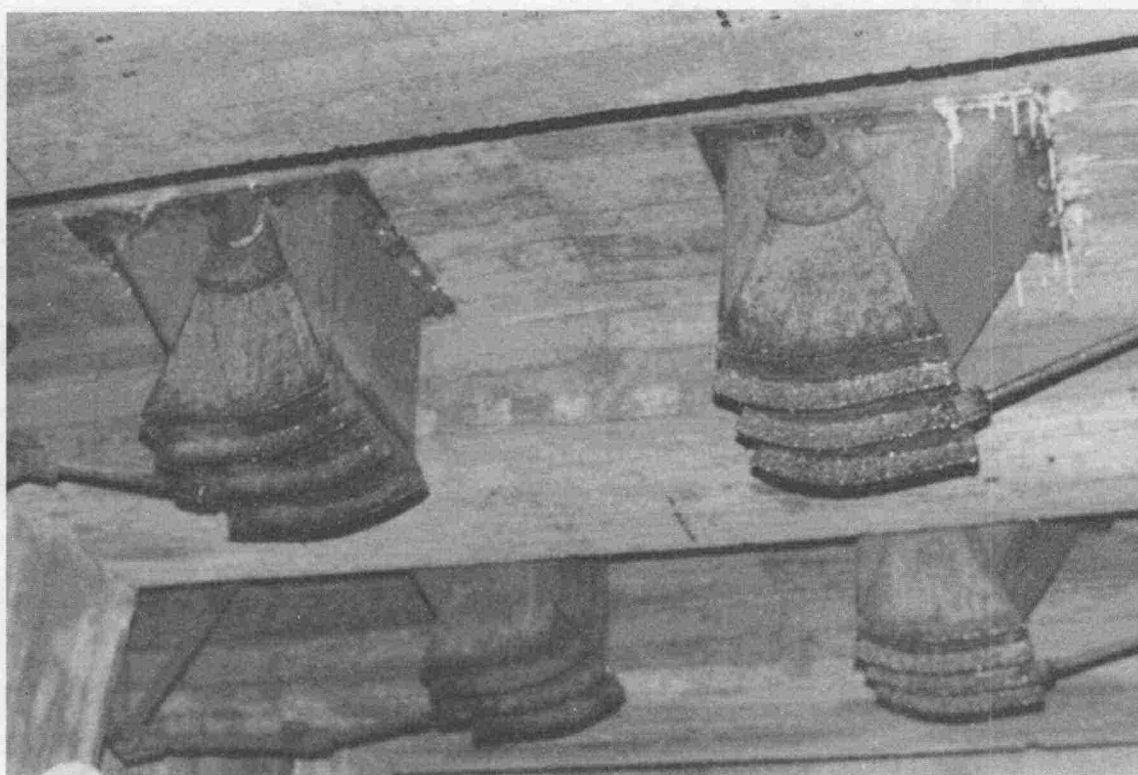
Kallioon rakennetut siilot ovat hiekoitustyön kannalta tarkoituksenmukaisia, koska niistä saadaan sula hiekka suoraan auton lavalle ilman kuormauskoneita ja aputyövoimaa. Hiekoitustyön kannalta on tärkeää, että hiekka on riittävän kuivaa. Jos hiekka on liian märkää, saattaa se jäätyä auton lavalle ja vaikeuttaa hiekoituslaitteiden toimintaa. Käytössä olevissa hiekkasiiloissa onkin usein ongelmana hiekan joukkoon tuleva vesi, joka ei yleensä poistu vesiaukoista, vaan kertyy siilon pohjalle ja pitää hiekan märkänä. Vesi poistuu useimmiten purkuluukkujen kautta ja lisää siten purkuluukkujen ruostumista sekä pitää ajotunnelin haitallisen kosteana.

Tämän selvityksen ja tehdyn kyselyn perusteella voidaan laskea, että tvl:n käytössä on noin 30 sellaista hiekkasiiloa, joissa vesi on selvästi ongelma.

Siilon vesieristäminen ruiskubetonilla tai injektointi tulee kalliiksi, eikä se ole tarpeen, koska hiekan joukkoon tuleva vesi voidaan yleensä johtaa muuten pois. Pääsiallisin syy siilojen kosteuteen on pohjavesi, joka vuotaa sinne kallion halkeamista. Pohjavesi voi jossakin tapauksessa tulla varsin kaukaakin. Vettä pääsee siiloon myös täyttöaukon ympäristössä olevista kallion halkeamista sekä suoraan täyttöluukkujen kautta. Vaikka pohja- ja pintavesien pääsy siiloon estettäisiin tai kallio olisi muodoltaan ja laadultaan sellainen, että näitä vesiä ei sinne tule, kertyy siilon pohjalle vettä märkinä ajetusta hiekasta.



Kuva 2.1. Suolahden siilon täyttöluukut



Kuva 2.2. Valuvan veden pahoin ruostuttamat tyhjennysluukut

Kaikille niille tiemestareille, joilla on kalliosiiloja, lähetettiin kirjallinen kysely, jossa tiedusteltiin siilojen vesiongelmia sekä mahdollisesti kokeiltuja ratkaisuja ongelmien poistamiseksi.

Taulukossa 3.1 on yhteenveto kyselyn tuloksista. Hiekkasiiloja on käytössä yhteensä 46 kpl, joista lähes 70 % on sellaisia, joissa vedestä on selvää haittaa. Kyseisissä siiloissa hiekka on siinä määrin märkää, että ainakin ensimmäisten hiekoituskuormien kohdalla esiintyy ongelmia. Melkein kaikissa märissä siiloissa vesi poistuu tyhjennysluukkujen kautta ja varsinaiset vedenpoistoaukot eivät toimi tai ne puuttuvat kokonaan.

Suurten mäkien rinteisiin rakennetut siilot ovat muita märempiä johtuen valuma-alueen koosta. Näissä siiloissa kallio on myös usein maakerrosten peittämä, mikä helpottaa veden pääsyä kallion rakoihin. Noin 80 % rinteeseen rakennetuista siiloista kärsii vesiongelmista. Siilot, jotka on rakennettu pienehköille kukkuloille, ovat edellisiä kuivempia, koska valuma-alue on hyvin pieni. Näistä siiloista noin 50 % on hiekoitustyön kannalta riittävän kuivia. Märkien siilojen vuotovesimäärä on noin 1,5 m³ vuorokaudessa, eli noin 500 m³ vuodessa. On selvää, että ilman kunnollisia kuivatusjärjestelyjä vedestä on haittaa.

Varsinaisen varasto-osan lisäksi on monissa siiloissa muuallakin vesihaittoja:

- ajotunneli saattaa olla jatkuvasti kosteana
- vettä kertyy oven edustalle ja jäätyessään estää oven aukaisun
- ajotunnelin kuivatusviemäri saattaa jäätyä tai vesipumppu toimia epäluotettavasti.

Eräissä tiemestaripiireissä on toteutettu mm. seuraavia toimenpiteitä vesiongelmien vähentämiseksi:

- Puumalassa on täyttöluukun viereinen alue päällystetty öljysoralla ja saatu vesihaitta vähenemään.
- Kokemäellä on täyttöluukun ympäristö tiivistetty savella ja saatu veden tulo siiloon vähenemään.
- Kuusankoskella on täyttöluukun ympäristö verhoiltu savi-kerroksella ja saatu vesihaitta poistumaan kokonaan.

- Kemiössä on siilon sisälle hiekan tyhjennysaukkojen ympärille tehty savesta kynnykset ja näin saatu vesi poistumaan vesiaukkojen kautta. Ratkaisua pidetään tiemestaripiirissä onnistuneena.
- Mäntyharjulla on täyttöluukkujen päälle tehty katos ja näin saatu vesihaittaa jonkin verran vähenemään.

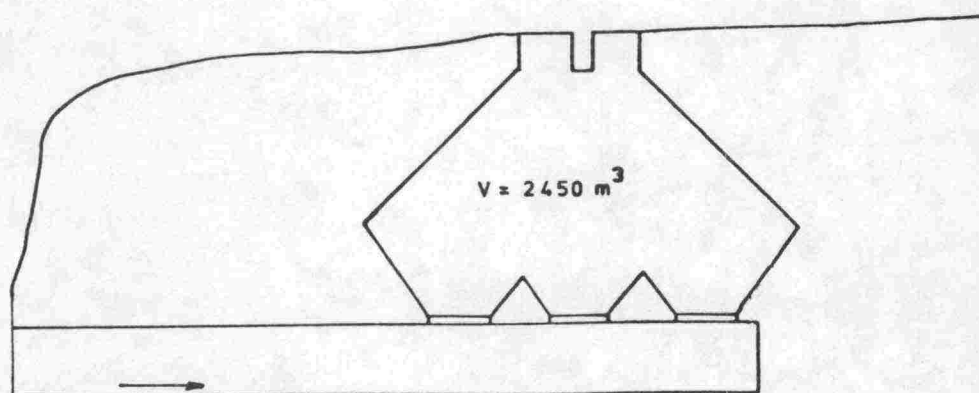
Kalliosiiilon nimi	Rinne	Kukkula	Tilavuus m ³	Vuotovesi- määrä m ³ /vrk	Hiekka kuivaa	Hiekka kostea	Hiekka märkä	Vesi valuu luukuista	Haitan poistamiseksi tehdyt toimenpiteet	Toimenpiteiden vaikutukset	Muuta
Hämeenkyrö, Uskela	X		2 500	2,0			X	X			
Kemiö, Vreta	X		3 200	0,1-0,2	X		X		Hiekan tyhjennysaukko- jen ympärille kynnyk- set savesta.	Vesi poistuu vesiaukoista. Hiekka kuivaa.	
Kokemäki, Vuoltee	X		1 700	1,0			X	X	Tiivistetty savella täyttöluukkujen ympä- ristö	Haitta väheni hieman	
Lieto, Vanha linna	X		3 000				X	X			
Tarvasjoki, Juva		X	2 510		X						
Muuhijärvi, Tuisku	X		2 185	2,0			X	X			
Paimio		X	1 000	1,0	X						
Parainen, Östergård		X	1 890	0,2		X		X			
Ulvila, Kuorila		X	2 500	1 - 2,0				X			
Pöytyä, Haveri		X	1 200	0,03	X						
Rauman mlk, Uotila		X	3 000	0,2		X		X			
Halikko			1 360	1 - 2,0			X	X			
Turku - Pori, Untamala	X		1 500	0,3		X		X			Pintavesien pääsyn estäminen vähentäisi vesihaittoja
Kuopio, Sorsasalo	X		2 117	1,0		X		X			
Puumala		X	1 600		X	X			Täyttöaukon viereinen alue päällystettiin öljysoralla	Haitta väheni	Vesi valuu kuivatusputkista Myös kansi tiivistettävä
Forssa, Rytökallio	X		1 300	1 - 2,0	X						
Pappilanjoki, Juva			2 400			X		X			Siilo hyvässä kunnossa, täyttöluukun voisi kattaa
Heinolan mlk		X	1 300	2,0			X	X			
Rantasalmi/Savonlinnan tmp		X	2 000	8,0			X	X	Siiloon tehty sala- ojia ja ruiskubeto- nointia. Täyttöaukon ympäristö betonoitu ja salaojitettu	Ei toivottua vaikutusta	
Kangasniemi	X		800			X					Avolouhittu tasapohjainen kalliosiiilo
Pieksämäki	X		1 400	0,2		X		X			
Heinävesi		X	2 000	0,1	X				Injektointi?	Haitta väheni	
Mäntyharju		X	1 200	0,3			X	X	Täyttöluukkujen pääl- le tehty katos	Haitta väheni hieman	
Keltti, Kuusankoski	X		1 800		X				Täyttöaukon ympäristö verhoiltu savikerr.	Haitta poistui	
Ruokolahti, Rautiala	X		2 300		X				Salaojia	Haitta poistui	
Simpele, Kivijärvi	X		2 700	runsaas				X			Sähkölaitteet ovat kosteuden takia usein epäkunnossa

Kalliosiiilon nimi	Rinne	Kukkula	Tilavuus m ³	Vuotovesi- määrä m ³ /vrk	Hiekka kuivaa	Hiekka kostea	Hiekka märkä	Vesi valuu luukuista	Haitan poistamiseksi tehdyt toimenpiteet	Toimenpiteiden vaikutukset	Muuta
Luumäki, Koskela	X		1 650+650			X		X			Siilosta irtoaa kiviä
Joutsa	X		2 230	3 - 5,0		X		X			Siilosta irtoaa kiviä
Jyväskylä, Hassila		X	1 860	0,1		X		X			
Petäjävesi		X	3 660		X	X					
Korpilahti	X		2 838				X	X			
Keuruu		X	1 800	0,2 - 0,5			X	X			Täyttötaso tulisi tiivistää ja päällystää ja kiertävä oja tiivistää pohjasta
Pihtipudas, Ritovuori		X	1 700			X					
Suomussalmi, Annänsaari	X		1 100	150,0			X	X			Ajotunnelin kuivatus pitäisi järjestää viemäroimalla eikä pumpulla
Raisio, Kerttula	X		3 750	1,0			X	X			
Muurla			1 170	0,1		X					
Saarijärvi		X	1 600	0,05	X						
Hirvaskangas, Ääneskoski	X		2 450	5,0			X	X			Siilosta irtoaa kiviä
Jämsä	X		1 700	0,5		X		X			Tauon jälkeen pari kuormaa märkiä Siilosta irtoaa kiviä
Huittinen, Riesala		X	3 500				X	X			Avosiilo, johon tulisi saada katto, hiekkä jäätyy ja estää siilon käyttöä
Joensuu, Repokallio		X	1 050	0,5				X			
Liperi, Hirsiniemi		X	1 300			X					Täyttöluukkujen rakennetta parannettava
Lieksa		X	2 000			X					Täyttö- ja tyhjennysluukkujen rakennetta parannettava
Kasavuori, Espoo	X		4 450	runsas			X	X			
Keimola, Vantaa				runsas			X	X			
Vantaa, Vaarala		X	1 900			X	X	X			

Kesällä 1980 rakennettiin muutamaan hiekkasiiloon erilaisia kuivatusratkaisuja. Tarkoituksena oli tutkia näiden ratkaisujen toimivuutta sekä löytää parhaat ja edullisimmat menetelmät vesihaittojen poistamiseksi. Seuraavassa on esitetty kokeilujen tulokset.

4.1

Suolahden Hirvaskankaan hiekkasiilo



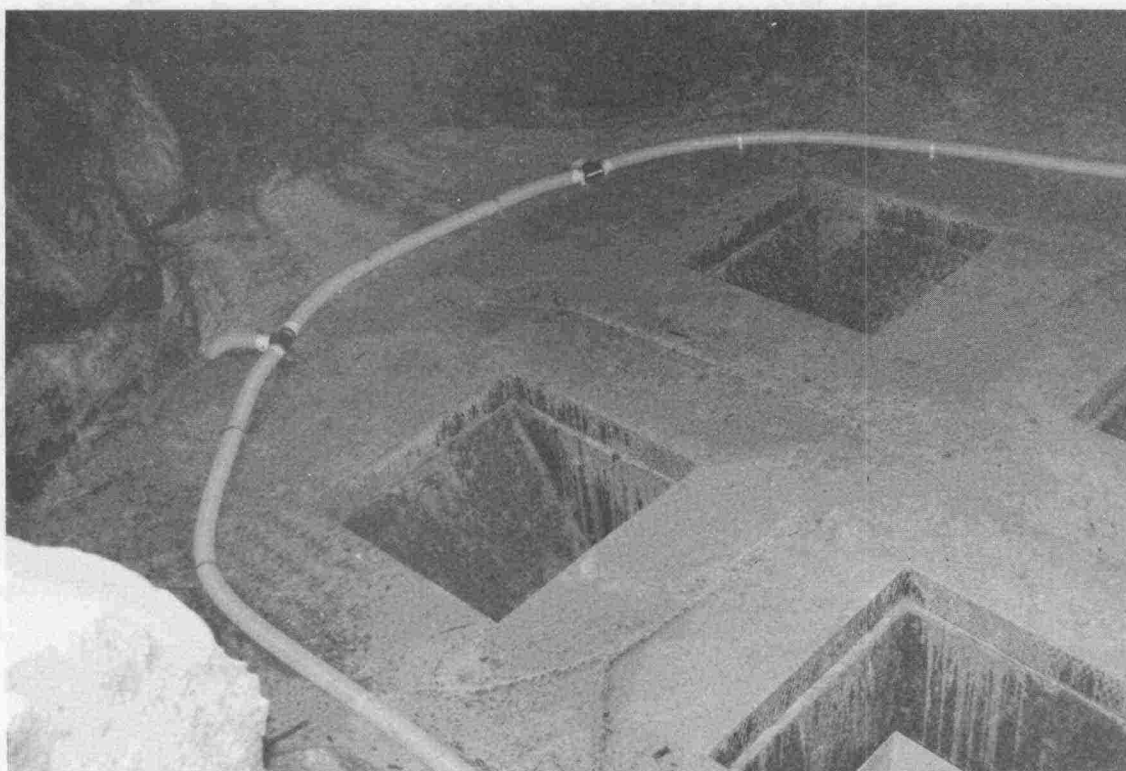
Tämä hiekkasiilo oli erittäin märkä ja purkuluukuista tuli jatkuvasti runsaasti vettä. Siilo on kolmiosainen ja sen jokaisessa osassa kokeiltiin eri kuivatusratkaisua. Kaikkien kolmen alalaatan pinta muotoiltiin betonilla siten, että laatan pinta saatiin kallistumaan selvästi purkuaukoista laatan reunoille päin. Laatan pintakaltevuuksien muotoilu tehtiin betonilla, joka pumpattiin tyhjennysluukkujen kautta siilon sisään. Tyhjennysluukkujen yläreunaan hitsattiin raudasta 10 cm korkuinen kaulus (kuva 4.2).

Oviaukon puoleiselle alalaatalle rakennettiin muoviputki-salaoja, joka peitettiin kaapelikourulla salaojan murtumisen estämiseksi (kuva 4.1). Salaojat johdettiin entisiin vedenpoistoputkiin, jotka avattiin ja puhdistettiin.

Keskimmäinen alalaatta korjattiin siten, että laatan reunalle kehien väliin hakattiin n. 20 cm leveät, pitkänomaiset aukot. Aukkojen kohdalle ajotunneliin rakennettiin kehien taakse seinät. Toiselle puolelle tehtiin seinä lahosuojatusta lankusta (kuva 4.3) ja toiselle puolelle betoniharkkoista (kuva 4.4). Seinän alaosaan jätettiin aukot veden poistamiseksi. Ideana oli, että hiekka täyttää seinän ja kallion välisen tilan ja toimii vedenpoistokanavana (kuva 4.5).

Kolmas alalaatta katettiin Vartti-levyllä rakentamalla "takaperoinen" kate ja jättämällä levyn reunojen väliin raot (kuva 4.6). Tarkoituksena oli jättää ilmatila koko alalaatan alueelle, joka samalla toimii vedenpoistoyhteytenä ja katkaisee kapillaarisen veden nousun siilossa.

Näiden toimenpiteiden lisäksi siilo rusnattiin, koska siilon seinistä irtosi jatkuvasti kiviä hiekan joukkoon. Samoin siilon yläosa ruiskubetonoitiin. Ruiskubetonoinnin yhteydessä pahimpiin vuotokohtiin rakennettiin ruiskubetonisalaojat, jotka johdettiin vedenpoistoaukkoihin. Myös ajotunnelin kuivatusta parannettiin rakentamalla ajotunnelin molemmille reunoille salaojat.



Kuva 4.1. Suolahden Hirvaskankaan siilo
Alalaatan päälle rakennetut salaojat. Salaojaputken
päälle asennettiin kaapelikouru muoviputken murtumi-
sen estämiseksi.

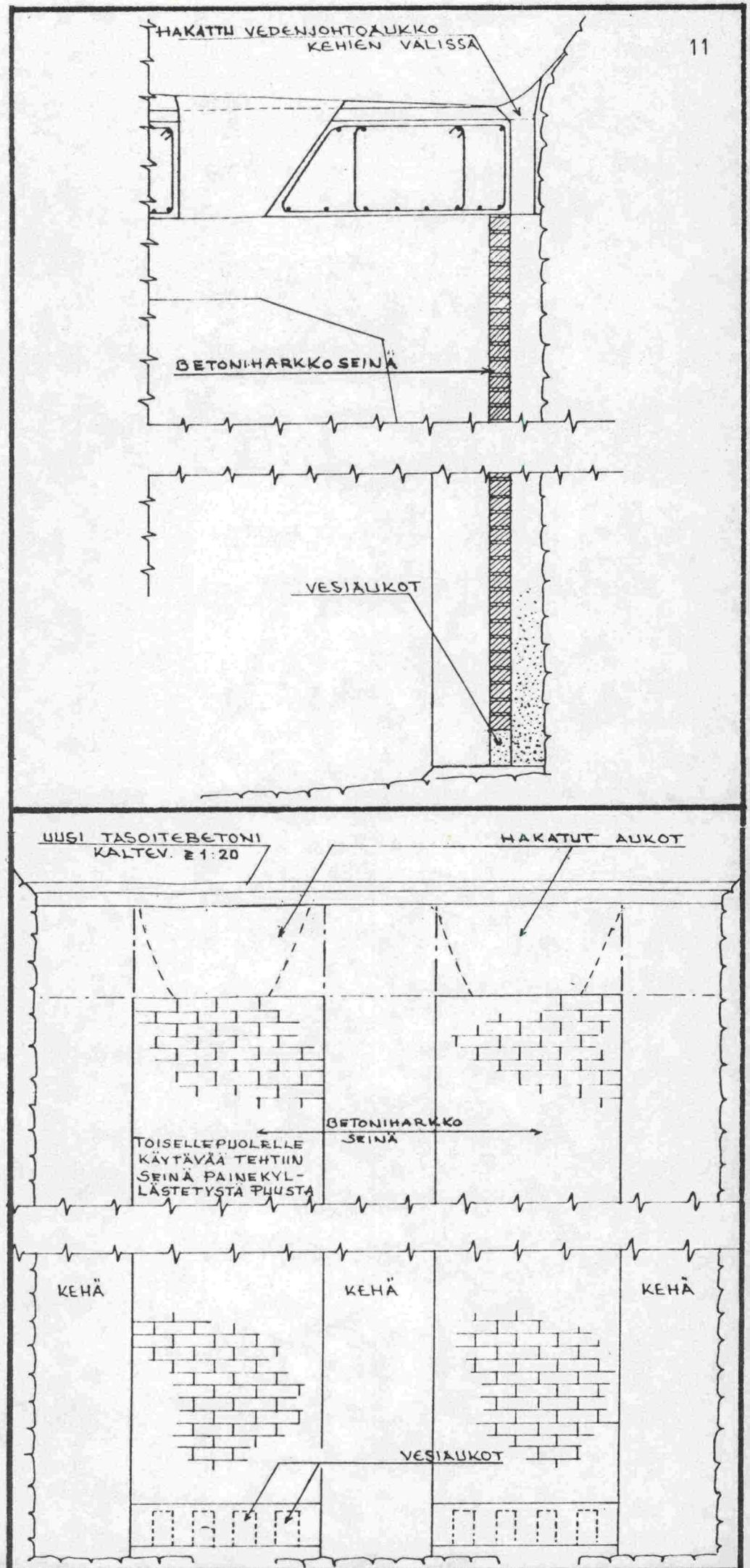
Kuva 4.2. Tyhjennyaukon metallikaulus
ja alalaattaan hakattu
vedenpoistoaukko



Kuva 4.3. Paineekyllästetystä
lankusta tehty seinä
kehien takana

Kuva 4.4. Betoniharkkoista muurattu
seinä

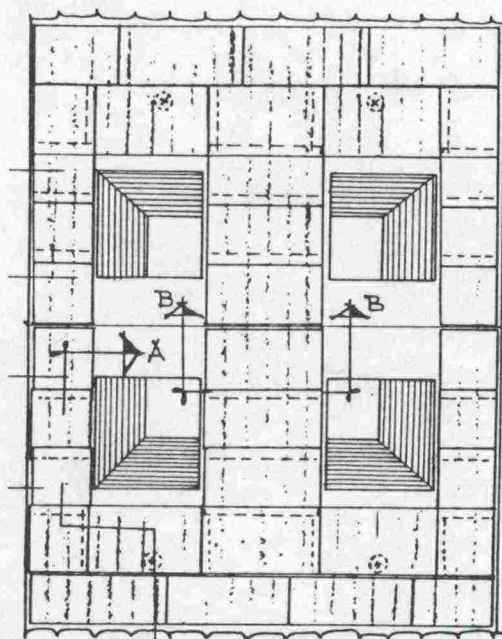




Kuva 4.5 Suolahden Hirvas-
kankaan siilo.
Hiekkaseinämä veden
pois johtamiseksi

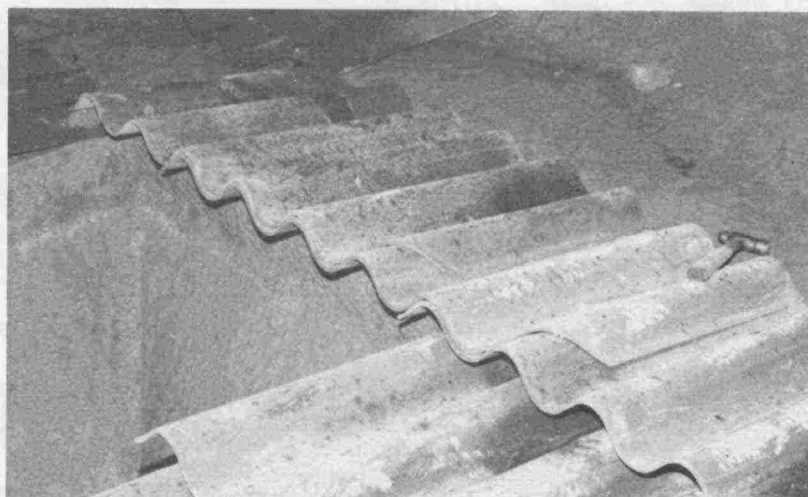
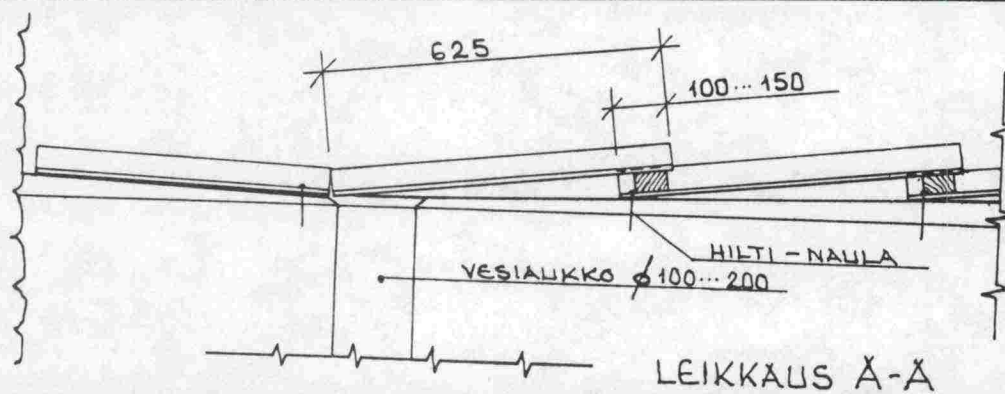
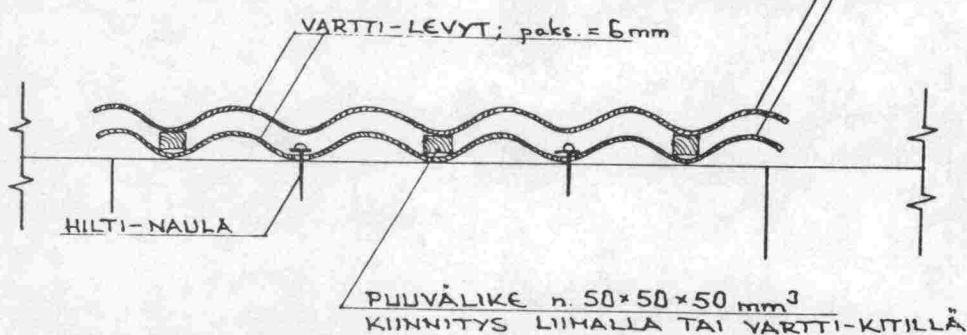
HIEKKASIILON PÖHJÄ VARTTI-LEVYJEN ASETTELU

12



LEIKKAUS

REUNOJA LYHENNETÄÄN
TARVITTAESSA



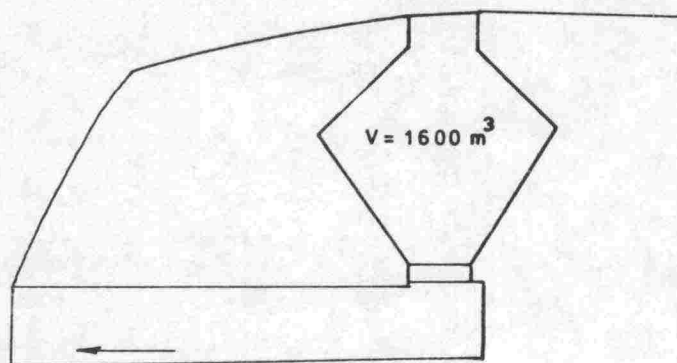
Kuva 4.6

Suolahden Hirvaskankaan siilo.
Alalaatan kuivatus
Vartti-levyjien avulla

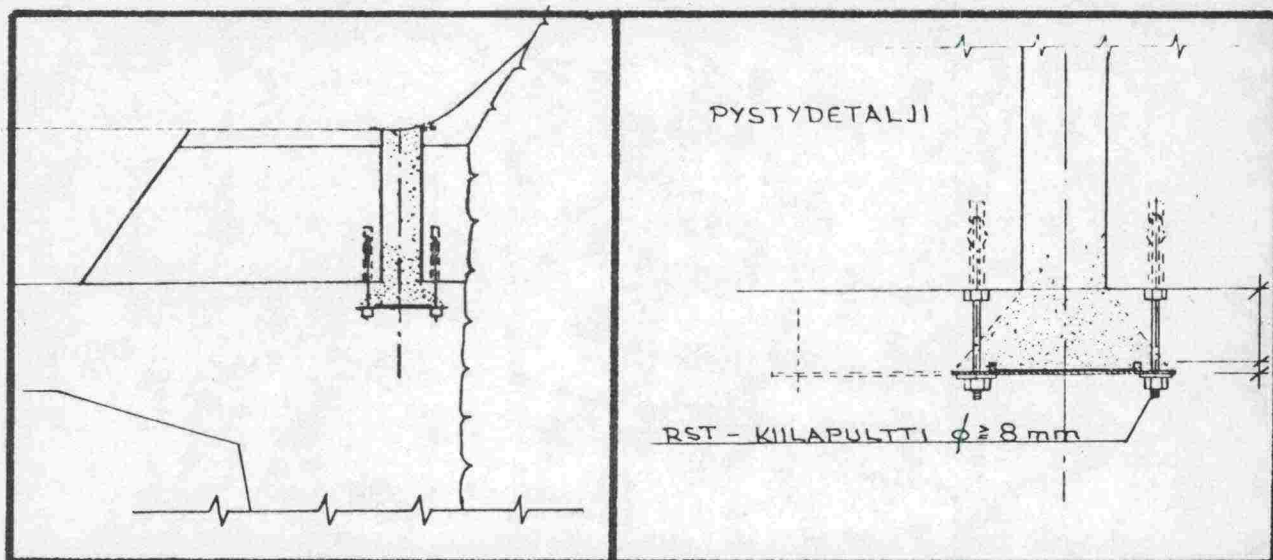
Kuivatusjärjestelyt onnistuivat hyvin ja veden tulo purku-
luukuista loppui. Hiekka on uusien järjestelyjen jälkeen
hiekoitustyön kannalta riittävän kuivaa. Vesi poistuu niistä
kanavista ja aukoista, joista sen suunniteltiin poistuvan.
Tämän lisäksi ajotunneli on paljon entistä kuivempi.

4.2

Saarijärven hiekkasiilo



Saarijärven hiekkasiilo oli alunperin varsin kuiva. Siiloon
ei tehty muita toimenpiteitä kuin poistettiin vedenpoistoauk-
kojen päällä olevat, ruostuneet metallisiivilät ja asennet-
tiin vedenpoistoputkien alapuolelle iso ilmastointilaippa
jonkin verran pinnasta irti (kuva 4.7). Tässä ratkaisussa
hiekkä täyttää vedenpoistoputken ja asettuu laipan päälle
valumatta siitä pois. Siilon alalaatassa oli hyvät kallis-
tukset, joten niitä ei tarvinnut parantaa. Tehtyjen kuiva-
tusjärjestelyjen jälkeen siilon hiekka on kuivaa ja vesi
poistuu kuivatusputkista.

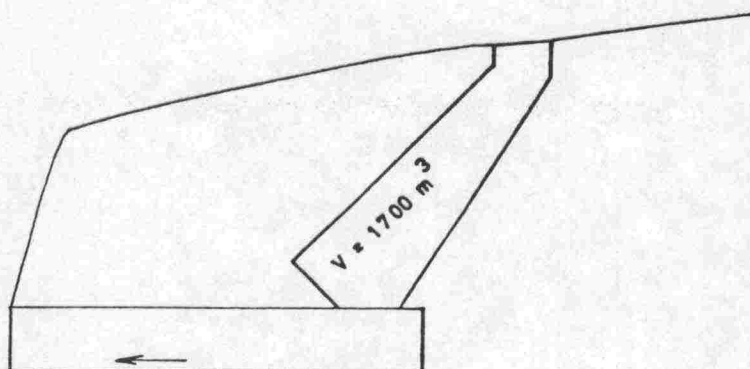


Kuva 4.7

Vedenpoistoputkien alapäähän asennettiin laipat estämään
hiekan valuminen putkesta ulos

4.3

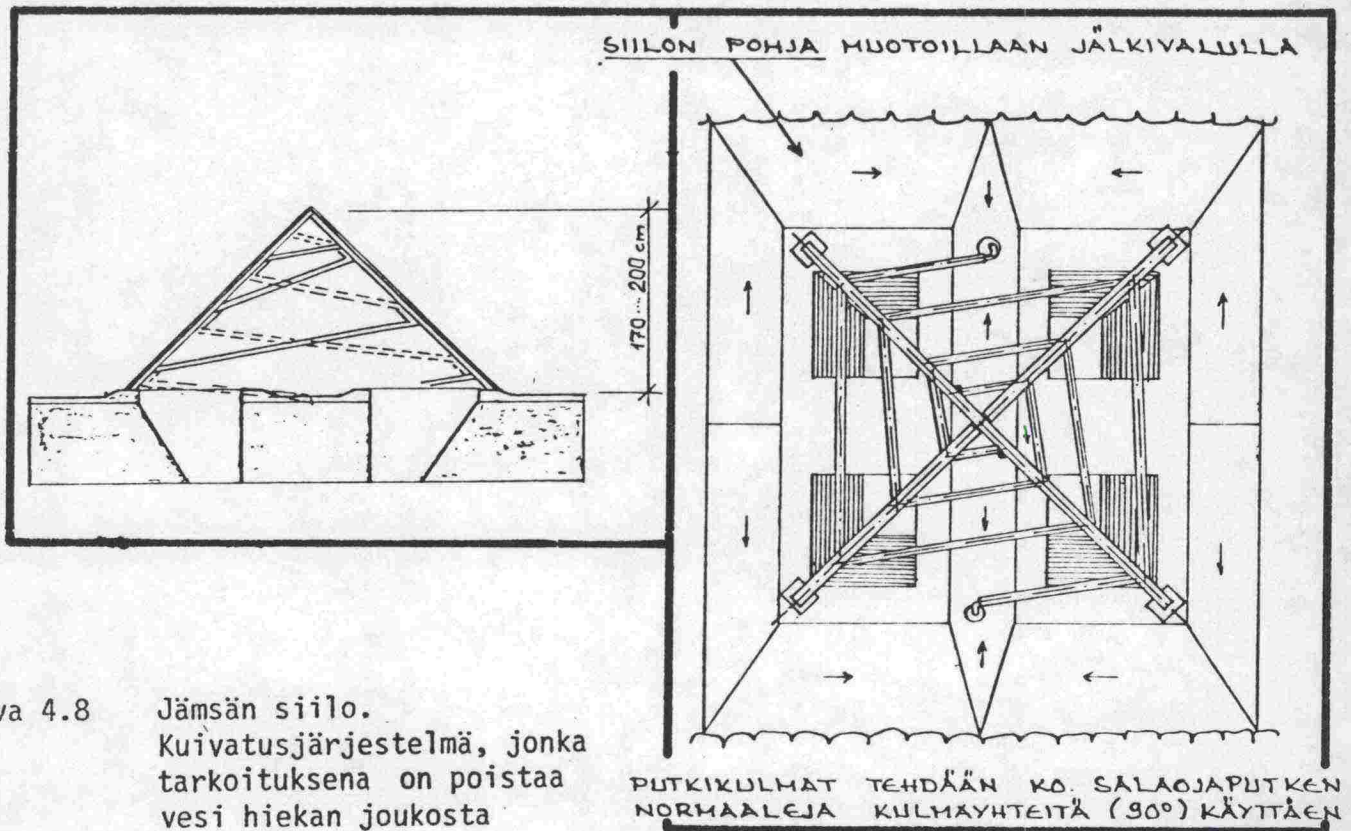
Jämsän hiekkasiilo



Jämsän hiekkasiilossa ei ollut vedenpoistoreikiä, joten kaikki vesi valui tyhjennysluukkujen kautta. Alalaattaan porattiin vedenpoistorei'ät ja laatan kaltevuudet muotoiltiin uudelleen betonilla. Siilon sisään tyhjennysluukkujen yläpuolelle rakennettiin pyramidin muotoinen kuivatusjärjestelmä, jossa on spiraalimaisesti alaspäin johtavat kulmarautojen alapuolelle asennetut salaojat (kuva 4.8). Tarkoituksena oli poistaa vesi hiekan joukosta luukkujen yläpuolelta eikä ainostaan laatan pinnasta. Alalaatan reunoihin rakennettiin muoviputkisalaojat.

Kuivatusjärjestelyt eivät tuottaneet täysin toivottua tulosta tässä siilossa, vaan vettä valuu sekä tyhjennysluukuis- ta että vedenpoistorei'istä. Suurin syy tähän lienee se, että siilon seinät laskevat kahdelta suunnalta suoraan tyhjennysaukkojen reunaan. Näihin kahteen kaltevasti laskevaan seinään piikattiin urat ja uriin asennettiin salaojat, mutta tämäkään toimenpide ei estä veden valumista tyhjennysluukkuihin. Tilanteen korjaamiseksi tulisi täyttöluukun ympäristö päällystää pintavesien pääsyn estämiseksi siiloon. Jos tämäkään ei riittävästi korjaa tilannetta, täytyy siilon sisään suunnitella uudet kuivatusjärjestelyt.

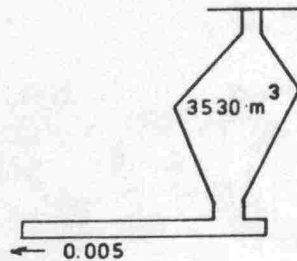
Tämän siilon kuivatusta vaikeuttaa vielä se, että siiloon ajettava hiekka on selvästi muita kokeilusiiloja hienompaa, jolloin vedestä on enemmän haittaa. Hiekka jouduttiin ajamaan siiloon syksyllä kovien vesisateiden aikana ja se oli erittäin märkää.



Kuva 4.8 Jämsän siilo.
Kuivatusjärjestelmä, jonka
tarkoituksena on poistaa
vesi hiekan joukosta

4.4

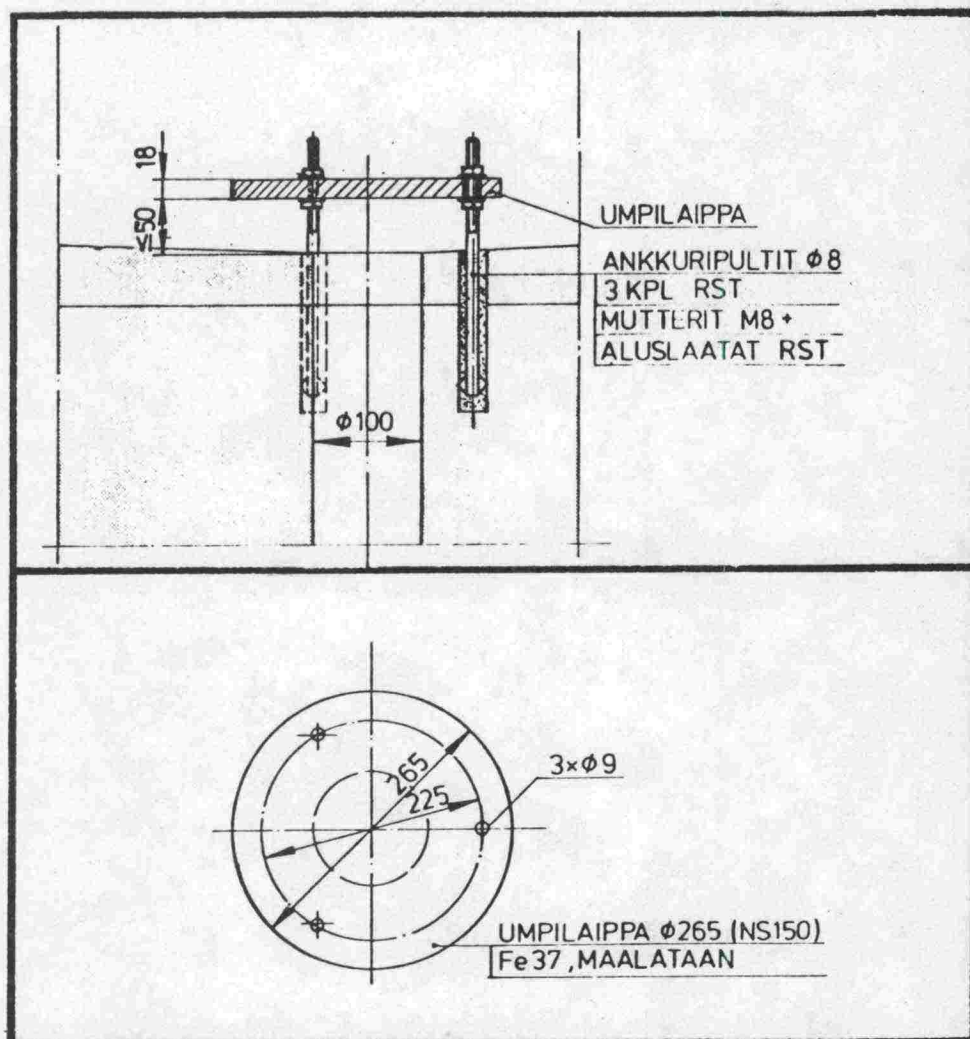
Raision hiekkasiilo



Raision hiekkasiilossa ei ollut vedenpoistoaukkoja ja kaikki vesi valui purkuluukuista. Alalaattaan porattiin vedenpoistorei'ät ja purkuaukkojen reunaan hitsattiin metallikaulus. Laattalle asetettiin sepeliä salaojaksi. Tämän lisäksi päällystettiin ylätasannetta täyttöluukkujen ympäristöstä (kuva 4.10). Siilon sisään asennettiin vedenpoistoreikien päälle jonkin verran laatan pinnan yläpuolelle tappien varassa olevat metallilevyt estämään hiekan pääsyä reikiin.

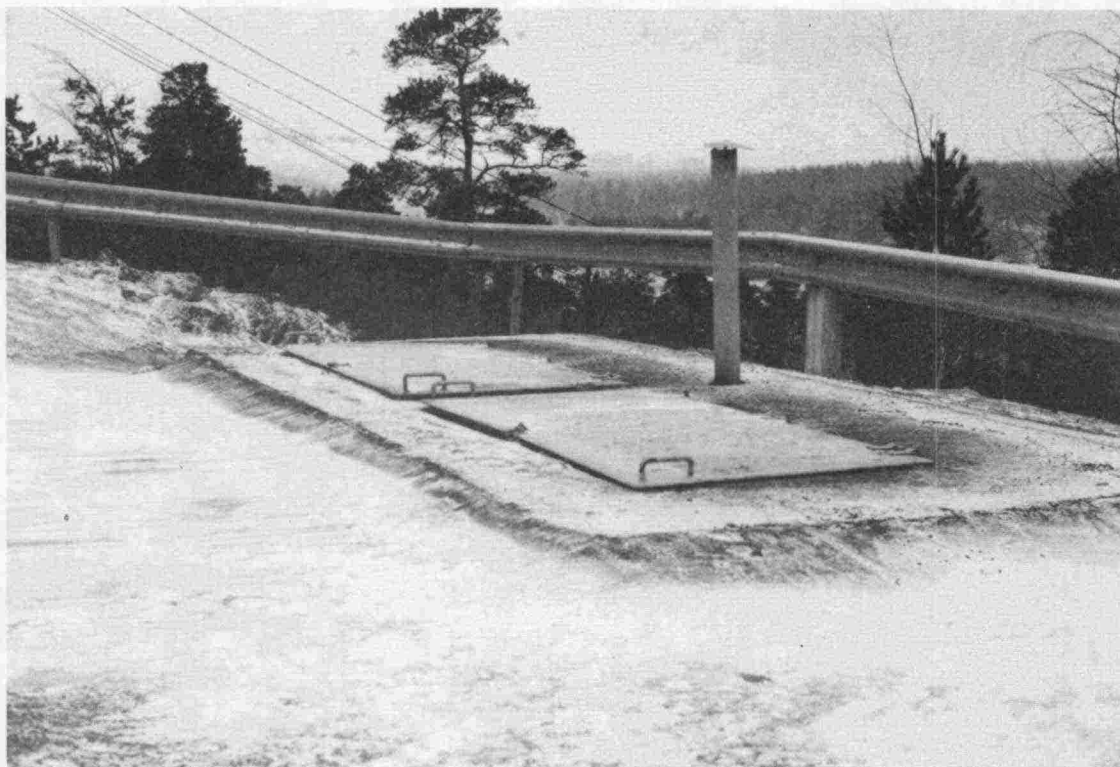
Ilmeisesti täyttöaukon ympäristön päällystämisen ansiosta veden tulo siiloon on jonkin verran vähentynyt. Alkuaikoina tuli pääosa vedestä kuivatusreikien kautta, mutta myöhemmin on vettä alkanut tulla myös purkuluukuista. Vedentulo purkuluukuista on kuitenkin merkittävästi vähentynyt. Veden tulo johtunee siitä, että alalaatan pintaa ei muotoiltu uudestaan ja siinä on riittämättömät kaltevuudet.

Siilo tulisi tyhjentää ja tehdä alalaattaan riittävät kaltevuudet sekä asentaa laatan reunoille salaojat.



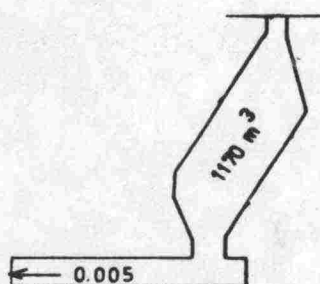
Kuva 4.9

Onkamon siilo. Vedenpoistoputkien yläpäähän asennettiin laipat estämään hiekan pääsy putkiin



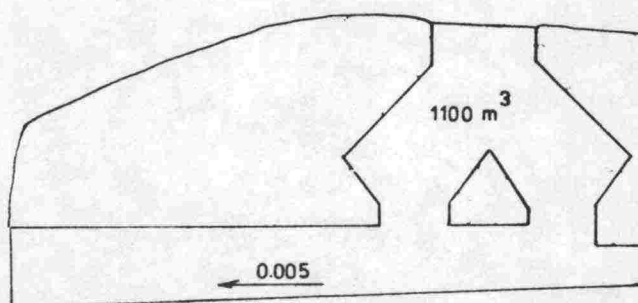
Kuva 4.10. Raision siilon täyttöluukkujen ympäristö on päällystetty.
Toppariparru puuttuu.

4.5 Muurlan hiekkasiilo



Muurlan hiekkasiilossa oli tarkoitus kokeilla yläkentän päällystämisen vaikutusta siiloon tulevaan vesimäärään. Yläkentän pohjustustyöt tehtiin syksyllä 1980, mutta varhainen talven tulo esti päällystystyön, joten päällystämisen vaikutusta siilon kosteuteen ei päästy vielä tutkimaan.

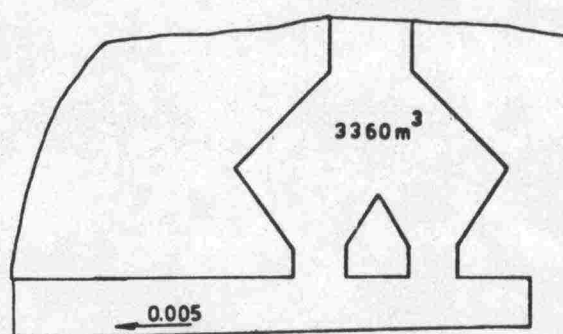
4.6 Onkamon hiekkasiilo



Onkamon hiekkasiilo oli rakennusvaiheessa vielä talvella 1980-81. Siiloon on tarkoitus rakentaa toisen alalaatan vedenpoistoputkien päälle vastaavanlaiset tappien varassa olevat metallilevyt kuin Raision siilossakin. Toinen alalaatta on tarkoitus kattaa betonointilevyillä siten, että laatan pintaan jää ilmarako ja vesi pääsee levyjen välistä valumaan tälle pinnalle ja poistumaan vedenpoistoputkien kautta (kuva 4.11). Koska siilon rakennustyö on kesken, ei kuivatusjärjestelyjen toimivuutta ole päästy toteamaan.

4.7

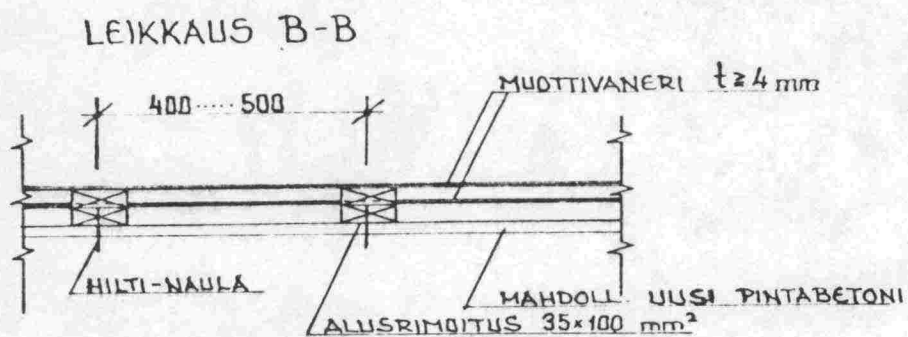
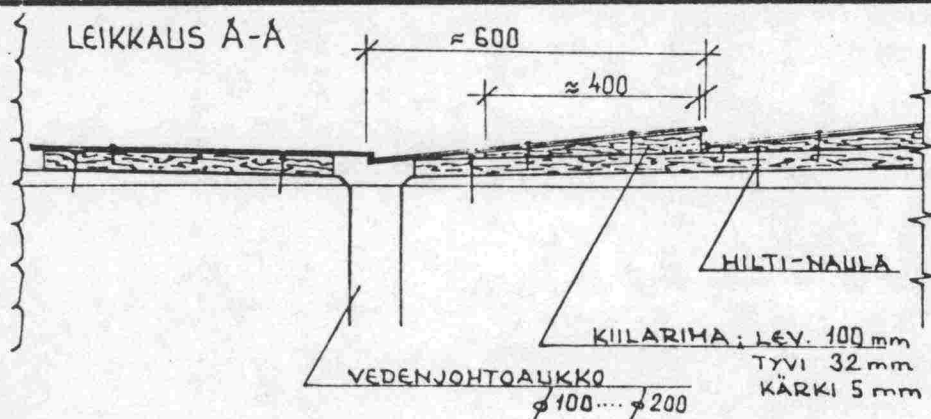
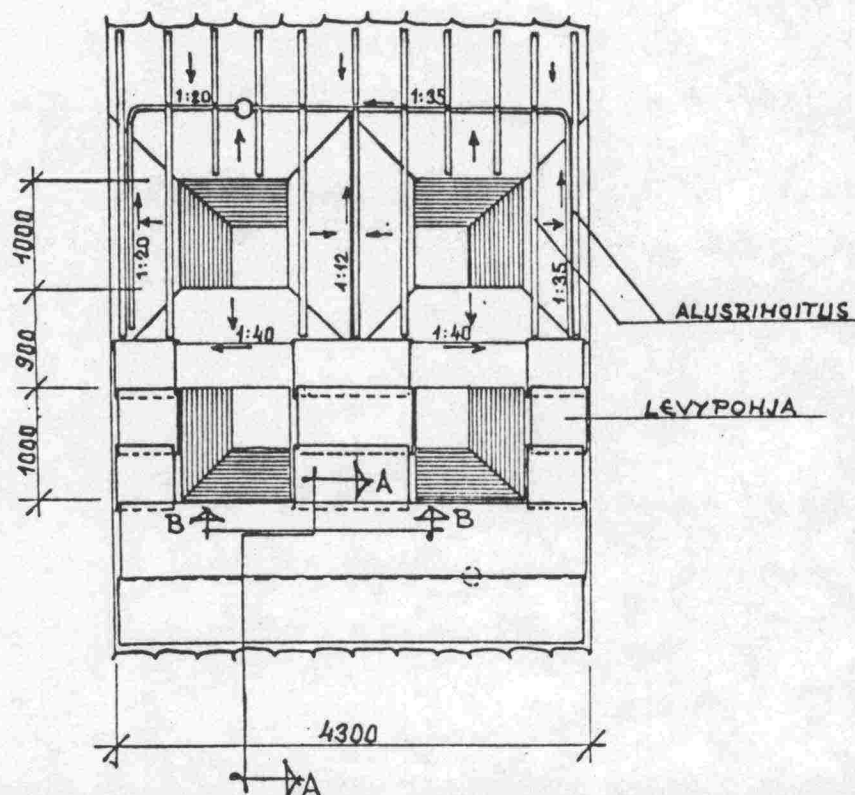
Taivassalon hiekkasiilo



Taivassalon hiekkasiilo oli alkuvuodesta 1981 vielä louhintavaiheessa. Siilon alalaatan pintaan on tarkoitus tehdä Filtram-materiaalista pinnan kattava matto, jonka kautta vesi poistuu ja joka samalla katkaisee kapillaarisen veden nousun hiekassa. Filtram-materiaalissa on runkona ohut muoviritilä, jonka molemmilla puolilla on kuitukangas. Kokemuksia tämän kuivatusratkaisun toimivuudesta saadaan talvella 1981-82 (kuva 4.12).

HIEKKASIILON POHJA

POHJARIMOJEN JA PEITELEVYJEN ASETTELU



RIMOITUS: T-24-2 LUOKAN PUUTAVARAA
PAINEKYLLÄSTETTY

LEVYT: MUOTTIVANERIA

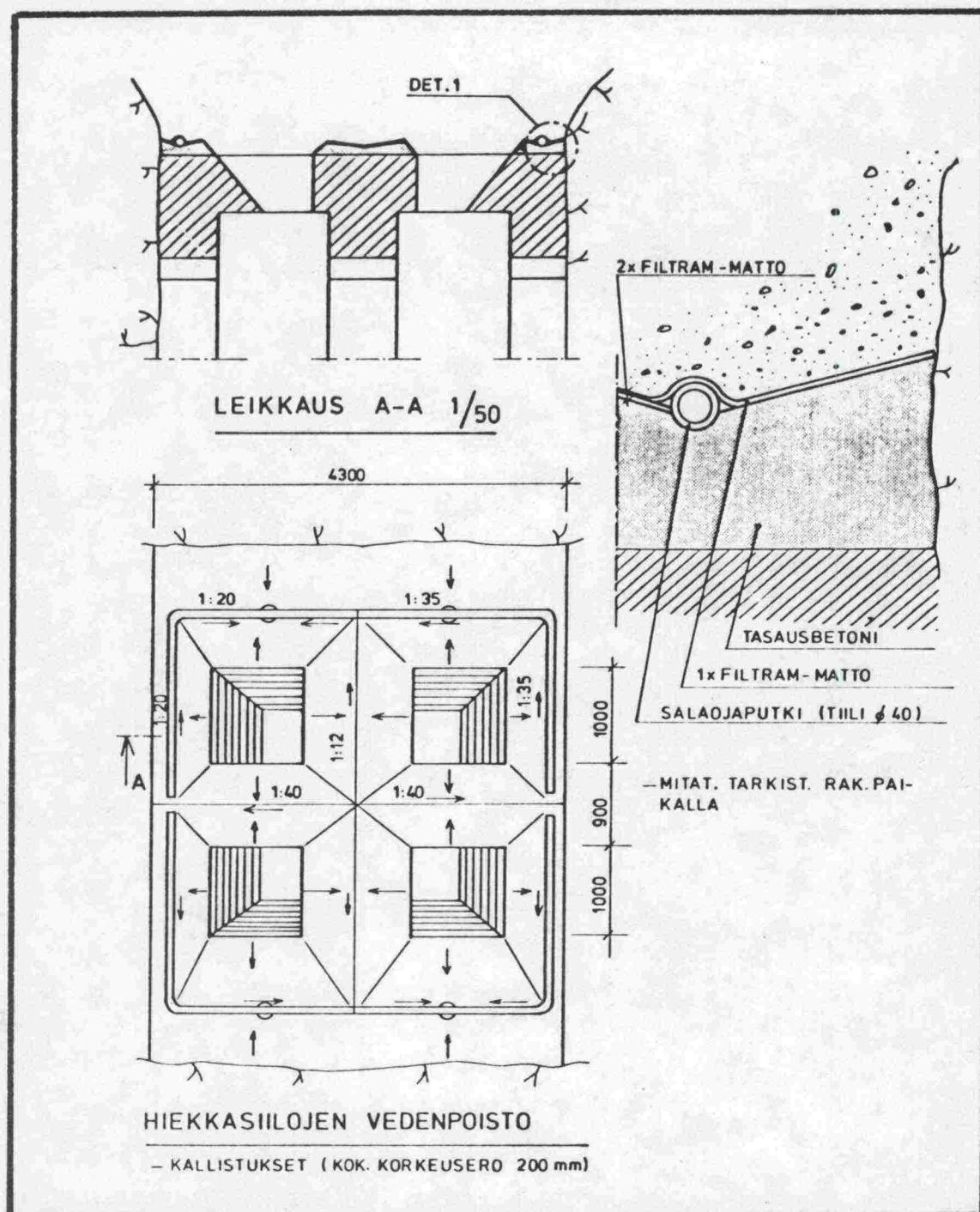
NAULAT: GALVANOITUJA TERÄSNAULOJA

Kuva 4.11
Onkamon siilo.
Alalaatan
kattaminen
betonile-
vyillä

Filtram-maton käyttö

Hiekkasiilon pohjalle valuvan veden poistamiseksi ja kapillaarisen veden nousun estämiseksi peitetään hiekkasiilon pohjalaatta Filtram-matolla. Työ tehdään kuvana 4.12 olevan piirustuksen mukaisesti ja siihen kuuluvat seuraavat työvaiheet:

- pohjalaatan pinta muotoillaan siten, että se laskee tyhjennysluukkujen reunoista pois päin
- laatan reunaosaan tulee noin 3 cm syvyinen loiva ura, johon asennetaan 40 mm:n tiiliputkisalaojat. Salaojassa tulee olla riittävä kaltevuus vedenpoistoreikien suuntaan.
- laatan pinta peitetään Filtram-matolla. Materiaalia on saatavissa levyinä 1,4 x 5,95 m. Yhtä laattaa varten tarvitaan 4 levyä kumpaakin Filtram-laattaa. Materiaaliin leikataan aukot tyhjennysluukkuja varten. Pohjalaatan ja tyhjennysluukkujen aukon mitat tulee tarkistaa suunnitelmapiirustuksista tai paikan päällä.
- pohjalaattaa vasten asetetaan sellainen Filtram-matto, jossa toisella puolella on musta muovikalvo. Muovikalvo tulee betonia vasten. Tämä matto ulotetaan salaojaputkiin asti. Asennusvaiheessa tulee matto asettaa siten, että pohjalaattaa vastassa olevan ritilän aukot ovat veden virtauksen suunnassa. Filtram-maton reunat asetetaan osittain päällekkäin.
- em. maton päälle asetetaan toinen Filtram-matto, jossa muoviritilän päällä on molemmilla puolilla kuitukangas. Tämä matto ulotetaan pohjalaatan reunoille asti siten, että se peittää myös salaojan.
- ennen siilon täyttööä tulee siilon pohjalle asettaa riittävästi hiekkaa, jotta täyttövaiheessa ylhäältä pudotettava hiekka ei siirrä Filtram-mattoja tai salaojaputkia.



Kuva 4.12 Filtram-maton käyttö siilon pohjan kuivattamiseksi Taivasalon hiekkasiilossa.

4.8 Kuivatusrakenteiden kustannukset

Toteutettujen kuivatuskokeilujen pohjalta on laskettu seuraavat eri toimenpiteiden kustannukset keskikokoiselle siilolle:

siilon tyhjennys	5 000 mk
siilon pesu	1 000 mk
siilon rusnaus	15 000 mk
siilon yläosan ruiskubetonointi	40 000 mk
ruiskubetonisalaojat siiloon	20 000 mk
täyttöluukun ympäristön päällystäminen	10 000 mk
alalaatan kaltevuuksien järjestely	4 000 mk/laatta
vedenpoistoreikien poraus	2 000 mk/laatta
siilon pohjan salaojitus	2 000 mk/laatta
tyhjennysluukkujen maalaus	6 000 mk/laatta

Kaikkia tässä esitettyjä toimenpiteitä ei yleensä koskaan tarvitse tehdä yhdelle siilolle. Jos siilossa tehdään vain kuivastusta parantavat toimenpiteet, ovat kustannukset 10 000 - 40 000 mk.

5 SUOSITUS HIEKKASIILOJEN KUIVATUSJÄRJESTELYIKSI

5.1 Siiloon ajettava hiekka

Siiloon ajettavan hiekan tulisi olla mahdollisimman kuivaa. Hiekka pitäisi ajaa siiloon niin hyvissä ajoin, että suurin osa maakosteudesta ehtii painua siilon pohjalle ja poistua kuivatusjärjestelyjen kautta ennen hiekoituskauden alkua. Jos siiloon ajettava hiekka on erittäin märkää, saattaa siitä kertyä vettä siilon pohjalle jopa 100 m³.

5.2 Täyttöluukun tiivistäminen

Pintavesien pääsy siiloon tulisi estää. Täyttöluukkujen tulisi olla rakenteeltaan sellaisia, että sade, lumi tai sulamisvesi ei pääse luukun raoista siiloon. Jos luukut ovat hyväkuntoisia, voidaan luukut varustaa betonikauluksella ja luukun päälle voidaan nostaa kevyt puukansi.

5.3 Täyttöluukun ympäristön tiivistäminen ja päällystäminen

Louhintavaiheessa tulee täyttöluukun ympäristöön runsaasti halkeamia. Siilon rakennusvaiheessa tulee täyttöluukun ympäristö puhdistaa huolellisesti irtoneisesta maa-aineksesta kalion pintaan asti sekä tiivistää alue savella. Myös vanhojen siilojen täyttöaukon ympäristö voidaan tarvittaessa avata ja tiivistää savella.

Täyttöluukun ympäristö ja yläkenttä voidaan myös päällystää asfaltilla tai öljysoralla siten, että pintavedet saadaan johdettua täyttöaukon ympäristöstä riittävän kauas. Voidaan laskea, että jos täyttöluukun ympäristöstä 10 x 10 m alueelta kaikki vuoden sade- ja sulamisvedet valuvat siiloon, kertyy tästä vettä noin 60 m³.

5.4 Alalaatan kaltevuuksien järjestely

Siilon alalaattaan tulee aina rakentaa riittävä pintakaltevuus. Riittävät kaltevuudet vanhaan siiloon voidaan tehdä siilon tyhjennyksen jälkeen helpoimmin siten, että siiloon pumpataan purkuluukkujen kautta n. 2 m³ betonia ja muotoillaan tällä siilon alalaatan kaltevuudet siten, että pinta laskee purkuaukkojen reunoista laatan reunojen ja vedenpoistoaukkojen suuntaan. Purkuluukkuja ei tarvitse varustaa ylimääräisellä metallikauluksella. Purkuluukkujen reuna muotoillaan betonilla kaltevuuteen 1:1. Ilman tätä pientä luiskaa vähenee siilon käytävissä oleva hiekkatilavuus jonkin verran (kuva 5.1).

5.5 Siilon pohjan salaojitus

Alalaatan pintakaltevuuksien muotoilun jälkeen varustetaan laatan ulkoreunat 40 mm:n tiiliputkisalaojalla (kuva 5.1). Salaojassa tulee olla riittävä kaltevuus. Salaojat yhdistetään laatan reunoilla oleviin vedenpoistoreikiin. Jos laatas-
sa ei ole ennestään vedenpoistoreikiä, ne tehdään timanttikairalla. Jos vedentulo vesirei'istä on runsasta varustetaan rei'ät muovisilla syöksyputkilla. Salaojaputket kiinnitetään alustaan sementtiliimalla. Sementtiliimaa ei saa laittaa putken saumoihin.

Ennen siilon täyttöä tulee salaojat peittää hiekalla, jotta putket eivät siirry siilon täyttövaiheessa. Myöhemmin salaojien paikallaan pysymisestä ei tarvitse huolehtia, koska ne sijaitsevat hiekan liikkeiden kannalta kuollessa kulmassa.

5.6 Ruiskubetonisalaojat ja injektointi

Jos siilosta irtoaa kiviä hiekan joukkoon ja siilon yläosa ruiskubetonoidaan tästä syystä, tulisi samalla salaojittaa pahimmat seinissä olevat vuotokohdat ruiskubetonisalaojilla (kuva 5.2). Erittäin vaikeissa kuivatusolosuhteissa voidaan siilon vuotokohdat tiivistää injektoimalla. Tämä menetelmä tulee kysymykseen vain tapauksissa, joissa muut kuivatusjärjestelyt eivät ole tuottaneet riittävän hyvää tulosta. Menetelmä on kallis ja vaatii erikoisliikkeen asiantuntemuksen ja kaluston käyttöä.

5.7 Ajotunnelin pohjan kuivatus

Jos ajotunnelin pohja on märkä, tulee tunnelin molempiin reunoihin tehdä salaojat. Tarvittaessa voidaan tunnelin pohja myös päällystää (kuva 5.3).

Jos ajotunnelin kuivatusviemäri pyrkii jäätymään, tulee ryhtyä tarvittaviin lämmöneristys- ym. toimenpiteisiin viemärin jäätymisen estämiseksi, esimerkiksi asettamalla Styrox-kouru putken ympärille.

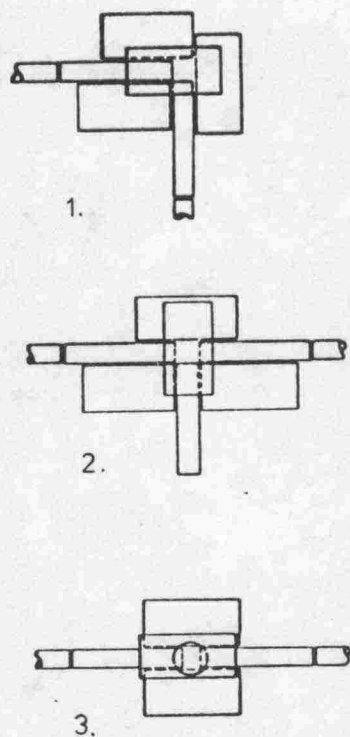
5.8 Kuivatuspumput

Jos siilon ajotunneli laskee tunnelin perän suuntaan ja tunnelin vedet joudutaan pumppaamaan, tulee kuivatuskaivo varustaa kahdella pumpulla, jotka toimivat vuoron perään. Pumput tulee huoltaa säännöllisesti.

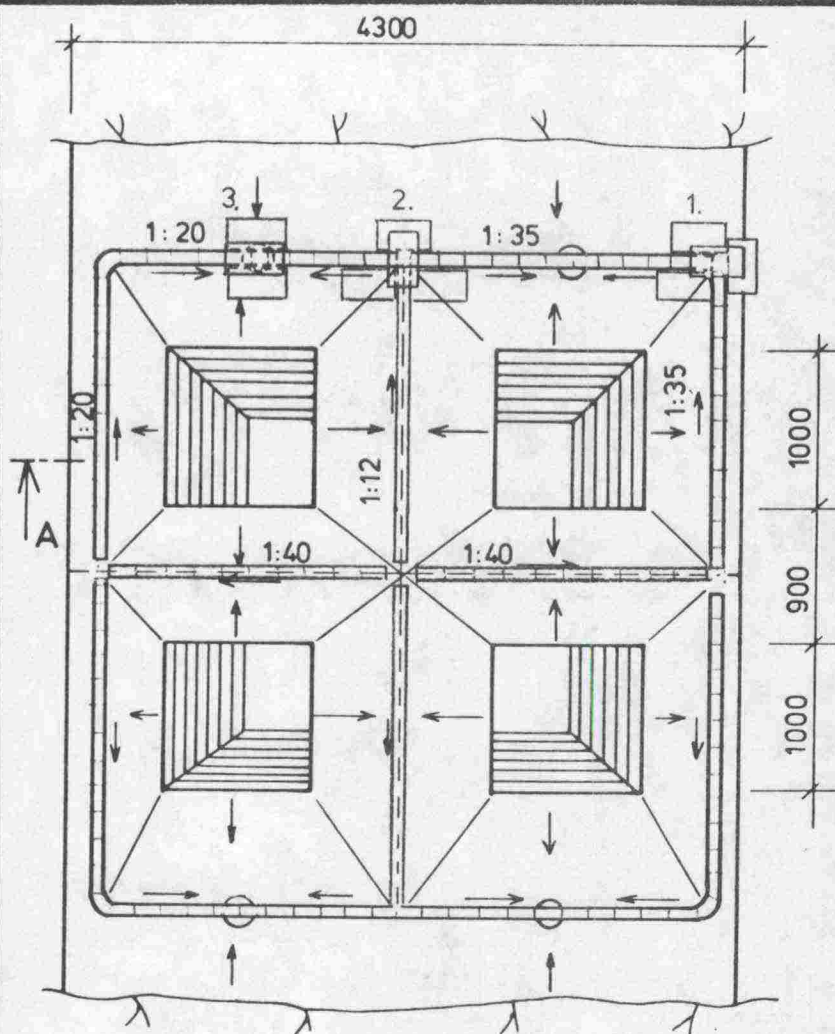
5.9 Oven edustan kuivatusjärjestelyt

Jos oviaukon eteen tippuu avoleikkauksesta vettä, joka jäätyy ja vaikeuttaa oven käyttöä, tulee oven yläpuolelle rakentaa betonilippa (kuva 5.4), jolta vedet valuvat oviaukon molemmille puolille.

Oviaukon edustan kaltevuudet tulee muotoilla siten, että vesi ei kerääny alueelle, vaan poistuu avo-ojiin tai kuivatuskaivoon.

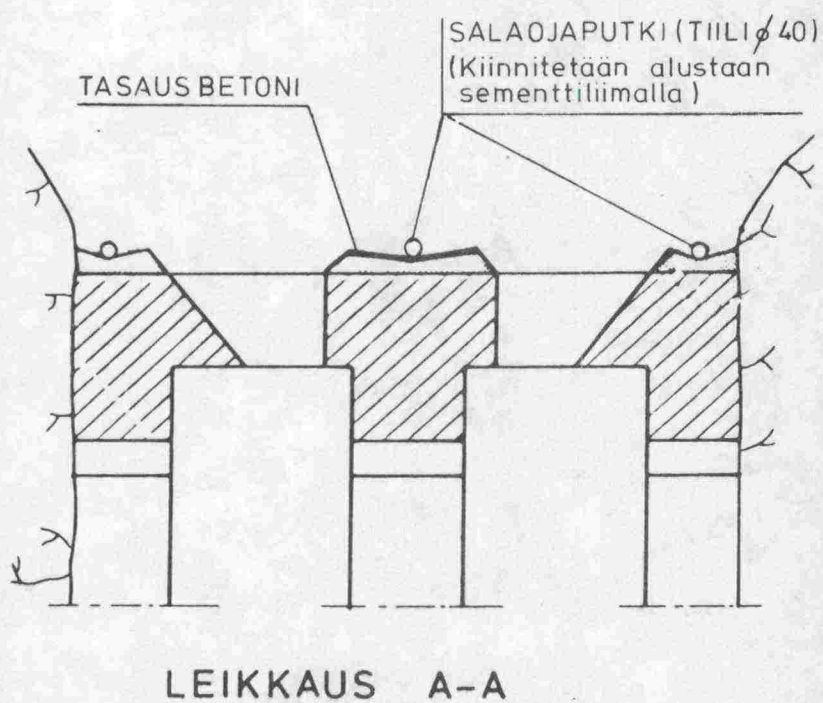


Salaojan liitoskohtien
järjestely irtotiilien
avulla



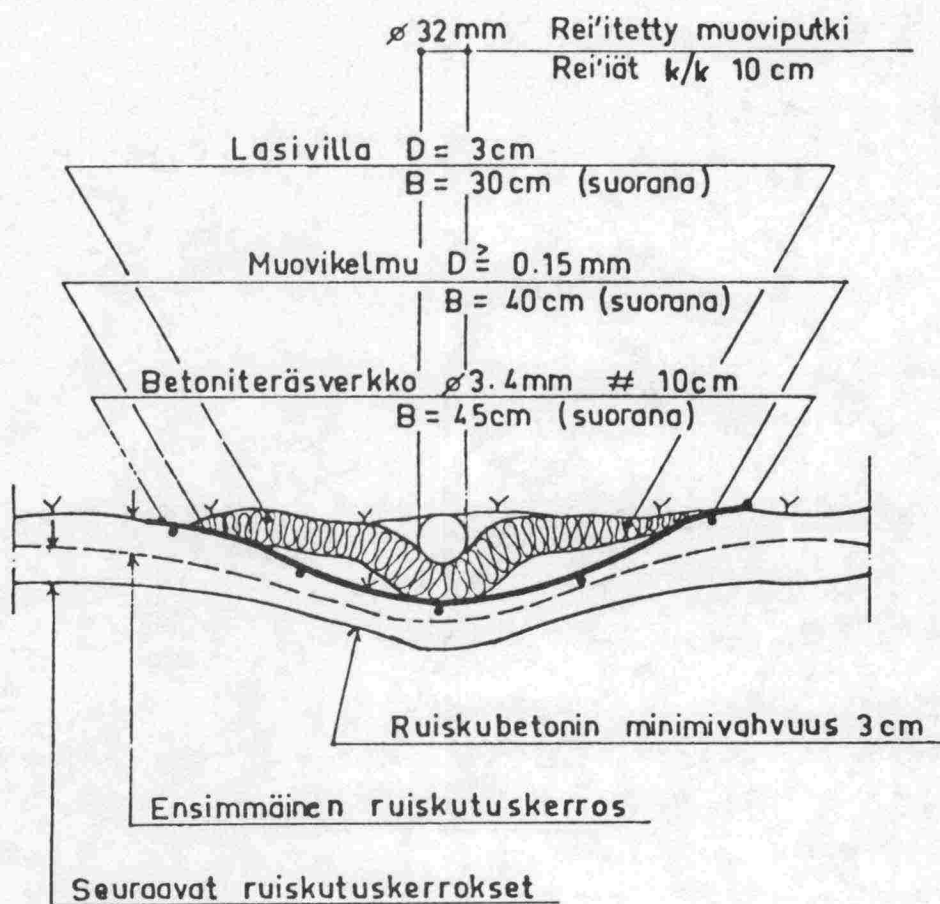
HIEKKASIILOJEN VEDENPOISTO

— KALLISTUKSET (KOK. KORKEUSERO 200 mm)

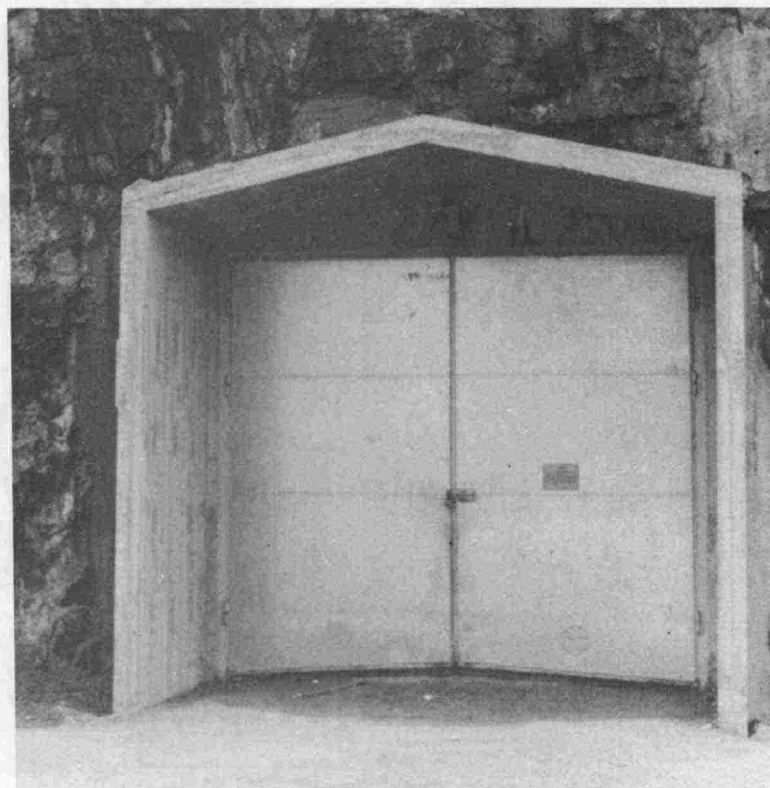


LEIKKAUS A-A

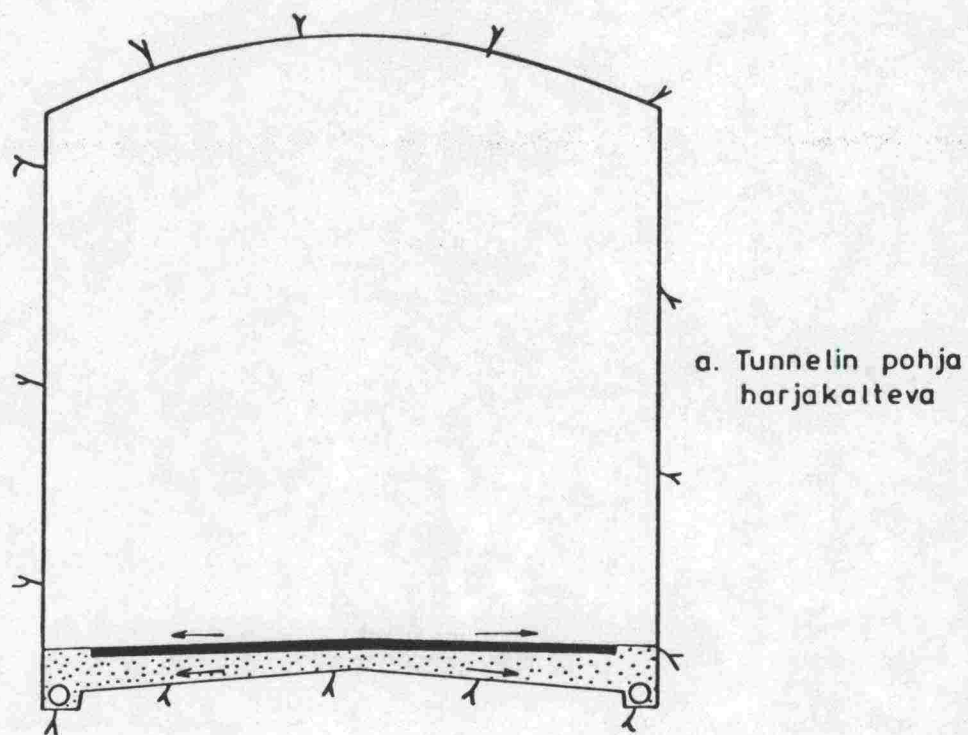
Kuva 5.1 Suositus siilon pohja-
laatan kuivatusjärjes-
telyiksi



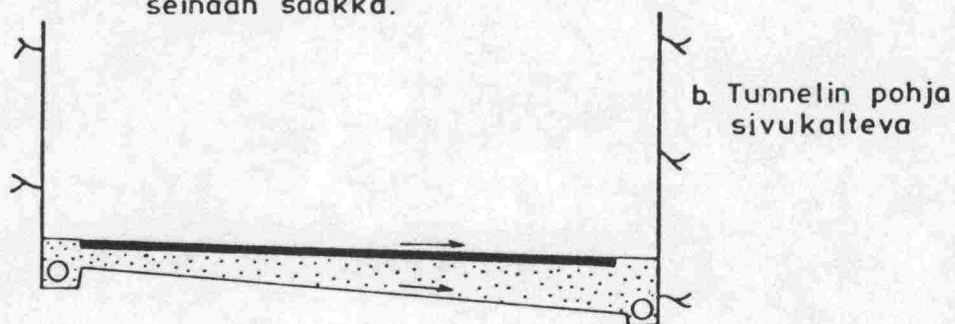
Kuva 5.2 Ruiskubetonisalaaja



Kuva 5.4. Oviaukon yläpuolelle rakennettu betonilippa



Mahdollinen päällyste
ei saa ulottua kallio-
seinään saakka.



Kuva 5.3. Ajotunnelin pohjan päällystäminen ja salaojitus

ISBN 951-46-4678-9